

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

**Jaký je vliv různých stimulů na změnu tepové frekvence
rypošů obřích (*Fukomys mechowii*)?**

Diplomová práce

Bc. Nella Mladěnková

Školitel: doc. RNDr. František Sedláček, CSc.

České Budějovice, 2013

Mladěnková N., 2013: Jaký je vliv různých stimulů na změnu tepové frekvence rypošů obřích (*Fukomys mechowii*)? [(What is the effect of different stimuli on changes in heart rate of giant mole-rat (*Fukomys mechowii*)?), Master Thesis, in Czech].- 32 p, Faculty of Natural Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation:

We assessed physiological responses to different levels of stress in a socially living subterranean rodent, the giant mole-rat (*Fukomys mechowii*). During their lives, communally living animals are confronted with different social situations and contexts, which could be stressful in some aspects. We monitored heart rate of five submissive individuals (3 females, 2 males) in two different situations (exposure to intruders and their odour). For this purpose we used transponders for heart rate telemetry developed by Respironics Mini Mitter (USA). After surgical implantation into abdominal cavity the Mini-Mitter system enables to monitor simultaneously heart rate, without any movement restriction of the animal.

Tato diplomová práce byla realizována s finanční podporou grantu SGA 2012/ 006 a s finanční podporou institucionální z fondu RVO-KZO prostřednictvím školitele.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 25. 4. 2013

.....
Bc. Nella Mladěnková

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat Františku Sedláčkovi za jeho ochotu pomáhat mi nejen při promýšlení této práce, ale i při náročném naoperovávání zvířat. Dále mé velké díky patří Martině Konečné za její ochotu vysvětlovat mi taje statistického světa a Radimu Šumberovi za cenné rady. Mé předposlední, ale o to větší dík patří té nejdůležitější osobě, která se zasloužila o to, že jsem na této škole zůstala a velmi si Přírodovědeckou fakultu oblíbila. A jako poslední bych velmi ráda poděkovala Gabriele Urbánkové za její podporu a pomoc ve chvílích lepších i těch horších.

Obsah

1. Úvod	1
1.1 Rypošovité (Bathylgidae)	1
1.2 Rozpoznání známých a příbuzných jedinců	3
1.3 Reakce na „vetřelce“	6
1.4 Stres a příznaky stresu	7
1.5 Telemetrické sondy	8
2. Cíle práce	8
3. Metodika	9
3.1 Jedinci	9
3.2. Design pokusu	9
3.2.1 Telemetrická Sonda	9
3.2.2 Implantace sondy	10
3.2.3 Testovací prostor a schéma testu	10
3.2.4 Test na familiaritu	11
3.2.5 Test s neznámými jedinci a jejich pachem	12
3.3 Zpracování dat	14
3.4 Statistické zpracování	14
4. Výsledky	15
4.1 Vliv známosti předkládaného jedince	15
4.2 Vliv pohlaví vetřelce, jeho sociální statusu, typ předkládaného stimulu a jeho pořadí v testu na tepovou frekvenci jedince se sondou	16
5. Diskuze	19
5.1. Použití telemetrických sond	19
5.2 Reaguje rypoš obří rozdílnou tepovou frekvencí na známé a neznámé jedince?	20
5.3 Vliv typu předkládaného stimulu (jedinec vs. pach) a pořadí těchto stimulů	21
5.4 Reaguje rypoš obří rozdílně tepovou frekvencí na jedince různého pohlaví a statusu?	22
6. Závěr	25
7. Literatura	26
8. Přílohy	32

1. Úvod

1.1 Rypošovité (Bathyergidae)

Rypošovité (Bathyergidae, Rodentia) jsou afričtí endemitní hlodavci vyznačující se podzemním způsobem života, na který jsou extrémně specializovaní. Jedná se o skupinu herbivorních hlodavců žijících se podzemními částmi rostlin (viz např. Bennett & Faulkes, 2000). Rypošovité přitahují pozornost zejména různými typy sociálních uspořádání (Burda et al., 2000; Kock et al., 2006; Šumbera et al., 2011, Šklíba et al., 2012). V současné době rozlišujeme šest rodů, z nichž tři jsou solitérní (*Heliophobius*, *Bathyergus* a *Georchus*) a tři sociální (*Fukomys*, *Cryptomys* a *Heterocephalus*, Kock et al., 2006). Dva druhy, rypoš lysý (*Heterocephalus glaber*) a rypoš damarský (*Fukomys damarensis*), jsou považovány dokonce za druhy eusociální (Jarvis et al., 1994; Burda et al., 2000; Šklíba et al., 2012).

Socialita je v živočišné říši poměrně rozšířený jev. Život ve společnosti dalších jedinců s sebou přináší nicméně četné nevýhody, jako je např. opožděná reprodukce podřízených členů (Moolman et al., 1998), přenos parazitů (Drewe, 2010) či zvýšené riziko konfliktů uvnitř skupiny (Schoepf & Schradin, 2012). Socialita má ale také nesporné výhody, které často převáží mnohá omezení. Rypošovité se vyskytují ve skupině převážně z důvodů nepredikovatelných dešťových srážek a jejich vlivu na distribuci potravy. S tím je pak často spojené riziko se sháněním potravy a s disperzí zvířat (Jarvis et al., 1994; Sichilima et al., 2008; Šumbera et al., 2011). V souvislosti s (eu)socialitou u rypošů existují dvě hlavní hypotézy. První z nich je hypotéza ekologických omezení – „Aridity food distribution hypothesis“ (Jarvis, 1994; Sichilima et al., 2008; Thomas et al., 2012). Tato hypotéza předpokládá blízký vztah mezi ekologickými podmínkami a stupněm sociální organizace. Podle této hypotézy se socialita u rypošů vyvinula jako odpověď na zvyšující se ariditu prostředí (ancestrální stav je tedy solitérnost), s čímž souvisí i funkční velikost kolonie - ve špatných podmínkách je potřeba více jedinců. V takovýchto oblastech se vzhledem k tvrdé půdě rypošům hůř tvoří podzemní systémy a navíc zdroje potravy jsou distribuovány dále od sebe (Burda et al., 2000; Šumbera et al., 2011). Naproti tomu v příznivějších oblastech, kde jsou zdroje potravy blíže u sebe a hloubení chodeb není tak náročné, se naopak dá předpokládat, že zvířata budou preferovat solitérní způsob života. Tuto hypotézu narušuje např. rypoš obří (*Fukomys mechowii*). Ten i přes výskyt často v optimálních podmínkách žije ve vysokém stupni sociálního uspořádání. Navíc, ve studii Šumbery a kolektivu (2011) se

ukazuje, že tvrdost půdy (a tedy obtížnost budování podzemních systémů) a distribuce potravy v habitatech sociálního rypoše obřího je srovnatelná s těmi v habitatech soliterních druhů. Naproti tomu byla v podzemních systémech rypoše obřího naměřena nejnižší teplota v porovnání s dalšími příslušníky rypošovitých, což by mohlo částečně přispět k pochopení jeho sociality, ač toto zjištění samo o sobě socialitu rypoše obřího nevysvětluje (Scharff et al., 2001).

Druhá hypotéza, tedy hypotéza fylogenetických omezení („Hypothesis of phylogenetic constraints“ - Burda et al. 2000), předpokládá, že společný předek rypošovitých byl také sociální (stejně jako většina hystrikognátních hlodavců). Podle této hypotézy není výskyt sociality u rypošů přímo závislý na ekologických podmínkách, ale je spojován s antipredačním a reprodukčním omezením - tzn., že život v societě nebo alespoň v páru zvyšuje šanci na přežití a odchování mláďat, (Burda et al., 2000). Ačkoli tato hypotéza nevyzdvihuje souvislost s ekologickými faktory, obecně se s AFDH shoduje v tom, že sociální rypoši mohou obývat horší životní podmínky než soliterní druhy (Lövy et al., 2012).

Co se týče výskytu eusociality u rypošů, tak toto tvrzení je závislé na způsobu definování eusociality, tedy termínu, který byl poprvé použit u hmyzu (Jarvis et al., 1994; Bennett & Faulkes, 2000). Definice eusociality zahrnuje tyto body: 1) rozmnožuje se pouze reprodukční pár či jen několik málo jedinců v kolonii, plus je přítomna kooperativní péče o potomstvo (reprodukční altruismus); 2) generace v kolonii se překrývají; 3) permanentní filopatrie. Tyto charakteristiky eusociality jsou v principiální shodě s konceptem kooperativního rozmnožování (cooperative breeding) u savců. Podmínku sterilních kast bez možného návratu do reprodukčního stádia rypoši přirozeně nesplňují, ačkoli jisté rozdíly mezi reprodukčními a nereprodukčními jedinci lze např. u rypoše lysého (*Heterocephalus glaber*) nalézt (Burda et al., 2000). Zdá se, že eusocialita je výsledkem právě kooperativního rozmnožování a podzemního způsobu života, který zamezuje volnou disperzi jedinců (Burda et al., 2000). Přesto, stále existují problémy s tím, podle jakého kritéria považovat druh již za eusociální. Ve studii Faulkese a kolektivu (1997) lze za indikátor eusociality považovat velikost skupiny, proti tomuto ovšem vystupuje ve své studii Burda a kolektiv (2000), který tento parametr nepovažuje za adekvátní pro měření eusociality. Místo toho naopak považuje za lepší kritérium celoživotní monogamii a vysokou genetickou příbuznost mezi jedinci kolonie. Zda jsou někteří rypoši vskutku eusociální je stále spíše otázkou definic a výběru samotného autora.

Největším druhem se sociálním uspořádáním je rypoš obří (*Fukomys mechowii*), který byl vybrán pro pokusy i v této práci. Spolu s rypošem hrabavým (*Fukomys bocagei*) reprezentují základní fylogenetickou linii rodu *Fukomys* (Kock et al., 2006; Kawalika & Burda, 2007). Stupeň sociálního uspořádání rypoše obřího je velmi vysoký, někdy je také tento rypoš považován za druh eusociální (Burda et al., 2000; Scharff et al., 2001), spíše ale tvoří jakýsi mezistupeň mezi nižší úrovní sociality u rypoše (*Fukomys darlingi*) a eusociality u rypoše damarského (*Fukomys damarensis*; Wallace & Bennett, 1998). Rypoš obří žije v poměrně široké škále habitatů, jeho výskyt byl zdokumentován v různých typech půd - v otevřených obdělávaných krajinách, v lesích i v křovinaté krajině (Scharff et al., 2001). Rypoš obří buduje podzemní systémy na ploše 0,2-3 hektary, které rodina obývá několik let (Scharff et al., 2001; Lövy et al., 2013). V jeho potravě byli nalezeni kromě geofytů i bezobratlí živočichové (Scharff et al., 2001). Rodina je multigenerační a je tvořena 3-20 jedinci (Šumbera et al., 2011; Scharff et al., 2001), tedy obsahuje jeden nepříbuzný reprodukční pár a jeho nerozmnožující se potomky. Rypoši obří vykazují lineární dominantní hierarchii, kdy rozmnožující se pár stojí hierarchicky nejvýše, nerozmnožující se jedinci jsou submisivní, přičemž samci obvykle bývají dominantní nad nerozmnožujícími se samicemi (Scharff et al., 2001, Gabathuler et al., 1996). Nová rodina vzniká pravděpodobně disperzí nereprodukčních jedinců spíše než odtržením části kolonie (Šumbera et al., 2011). Bylo zaznamenáno několik případů dispergujících samic, které využívaly nepoužívané části systémů (Šumbera et al., 2011; Lövy et al., 2013), ale i dispergujících samců, kteří ale byli chyceni na půdním povrchu (Kawalika & Burda, 2007). Lze proto předpokládat, že disperzní strategie je různá pro obě pohlaví (Lövy et al., 2013). Ze studie Sichilimy a kolektivu (2008) vyplývá, že dochází i k simultánnímu rozmnožování několika samic v jedné rodině. To by ukazovalo na menší reprodukční regulaci, než jaká je např. u předpokládaných eusociálních druhů rypoše lysého a damarského (Šumbera et al., 2011).

1.2 Rozpoznání známých a příbuzných jedinců

Schopnost zvířat poznávat rodinné příslušníky je nezbytná věc v řadě kontextů jejich života, ať už se jedná o poskytování rodičovské péče, kooperaci, sdílení zdrojů či obranu proti inbreedingu (Clarke & Faulkes 1999, Jacobs & Kuiper, 2000; Waldman et al., 1988a; Waldman et al., 1988b; Heth et al., 2004; Hepper et al., 1999; Barnard, 1990). Tato schopnost je zvláště důležitá u sociálních zvířat, kde je rozpoznávání příbuzných či známých jedinců základním prostředkem pro udržení society (Jacobs & Kuiper, 2000; Heth et al., 2004).

Individuální rozpoznávání jedinců je dobře známé u ptáků (např. Bonadonna & Sanz-Aguilar, 2012; O'Dwyer & Nevitt, 2009) či savců (např. Townsend et al., 2012; Frommolt et al., 2003; Jackel & Trillmich, 2003; Hepper, 1983; Villavicencio et al., 2009), bylo ale překvapivě zjištěno i u mnoha druhů hmyzu (např. Braun et al., 2008; D'Ettore & Heinze, 2005).

V souvislosti s rozlišením mezi příbuzným/nepříbuzným a známým/neznámým jedincem se často hovoří o takzvaném přímém a nepřímém rozpoznávání (Waldman et al., 1988a; Waldman et al., 1988b; Hepper & Cleland, 1999; Jacobs & Kuiper, 2000; Villavicencio et al., 2009). Nepřímé rozpoznávání je založeno na předchozí zkušenosti s daným jedincem, díky které se zvíře naučilo daného jedince poznávat a ten se tak stal pro zvíře známým (např. u sociálních zvířat život ve společném podzemním systému). Při přímém rozpoznávání jsou naopak zvířata schopna rozpoznávat příbuzné jedince podle jedinečných genetických vodítek. Při tomto rozpoznávání jedinci posuzují cizího vetřelce tak, že porovnávají „naučený“ fenotyp s fenotypem daného zvířete (Waldman et al., 1988a; Jacobs & Kuiper, 2000). K tradičnímu konceptu rozpoznávání příbuzných jedinců se přidává schopnost hlodavců rozlišovat stupeň genetické příbuznosti ostatních jedinců podle stupně podobnosti pachu, který porovnávají se svým vlastním pachem (přehled v Todrank & Heth, 2003).

Z mnoha studií již bylo potvrzeno, že také rypoši poznávají příslušníky své rodiny (např. Bappert et al., 2012; Clarke & Faulkes, 1999; Heth et al., 2002; Jacobs & Kuiper, 2000). Nejčastějším mechanismem, který rypoši uplatňují, je rozpoznávání jedinců podle naučeného pachu, ale jsou schopni rozeznávat i podle genetické podobnosti (čím větší příbuznost, tím více podobná struktura pachu; Heth et al., 2002; Heth et al., 2004). Ve studii Hetha a kolektivu (2002) bylo individuální rozpoznávání jedinců na základě pachu a příbuznosti potvrzeno u rypoše obřího (*Fukomys mechowii*). Zde byly nereprodukční (submisivní) samice v habituačním testu konfrontovány s pachem jiných samic z vlastní kolonie a s pachem neznámých samic. Jedinci rozpoznávali individuální pach zvířat ze své rodiny, ale cizí zvířata již individuálně rozpoznávat nedokázali, v tomto případě „jen“ poznali, že se jedná o cizí samici.

Schopnost rozeznávat jedince z vlastní rodiny byla potvrzena i u rypoše Anellova (*Fukomys anelli*; Heth et al., 2004; Bappert et al., 2012). V první studii byl testovaným jedincům předkládán pach z anogenitální oblasti od sourozenců, se kterými byli v kontaktu,

od sourozenců, kteří od nich byli na určitý čas odebráni, a pach od neznámých nepříbuzných jedinců. Experimentální jedinci věnovali nejméně pozornosti pachu od sourozenců, se kterými byli v neustálém kontaktu. Větší pozornost spojená i s pářicím chováním byla naopak věnována sourozencům, kteří od nich byli odděleni. Z tohoto výsledku je zřejmé, že po uplynutí určité doby nebyl pach sourozenců rozpoznán a oni byli považováni za neznámé jedince. Při porovnání výsledků získaných pro oddělené sourozence a pro neznámé nepříbuzné jedince bylo ovšem zjištěno, že rypoši více upřednostňují nepříbuzné jedince, tedy že rypoši jsou schopni rozpoznávat jedince geneticky bližší jim samotným. Ve studii Bappertové a kolektivu (2012) na stejném druhu jsou patrné podobné výsledky, tedy že rypoši Ansellovi poznávají členy vlastní rodiny, ale zároveň jsou schopni rozpoznat i reprodukční status cizích jedinců. Dominantní (reprodukční) i submisivní (nereprodukční) samci jeví v testech větší zájem o dominantní (reprodukční) samici, nežli o submisivní (nereprodukční) samici). Samice naopak projevovaly větší zájem o submisivní samce. Z těchto výsledků je tedy zřejmé, že rypoši poznávají vlastní/cizí jedince a zároveň umí rozlišit jejich sociální status.

Další důkaz rozpoznávání známých a neznámých jedinců přináší studie na rypoši lysém (*Heterocephalus glaber*). Samice při nich byly testovány na pach známého a neznámého samce, přičemž reprodukčně aktivní samice upřednostňovaly neznámé samce (Clarke & Faulkes, 1999). Podobné výsledky byly zjištěny nejen pro samice, ale i pro samce (O'Riain et al., 1997). V obou studiích byly navíc přineseny důkazy pro rozpoznávání zvířat na základě naučeného pachu zvířat z kolonie, nikoli pro rozpoznávání podle genetických vodítek (rypoši nerozlišovali mezi příbuznými a nepříbuznými jedinci). Podobné experimenty proběhly i ve studii na rypoši damarském (*Fukomys damarensis*; Jacobs & Kuiper, 2000). Zde byli testováni samci na agonistické chování vůči známým, neznámým (jedinci, se kterými nebyli určitou dobu v kontaktu) a cizím jedincům. Samci směřovali agrese mnohem více na neznámé a cizí jedince. Tyto výsledky jsou opět v souladu s převládající představou, že rypoši umí rozpoznávat známé jedince spíše na základě naučených vodítek (pachu) než na základě genetické blízkosti.

1.3 Reakce na „vetřelce“

Příchod nového a neznámého jedince do teritoria jiného jedince či sociální skupiny je v přírodě velmi častým jevem. Pozorovat tyto události ve volné přírodě je ovšem nesnadné a často se to podaří pouze v případě dlouhodobých studií (Čížková et al., 2011). Zvláště u hlodavců, kteří žijí skrytým způsobem života, je sledování příchodu tzv. „vetřelce“ do cizího teritoria ve volné přírodě téměř nemožné. Odpověď domácího jedince/rodiny se ale dá velmi dobře pozorovat v laboratorních podmínkách v tzv. resident-intruder testu, ve kterém je měřena latence k útoku a úroveň agrese při boji mezi vetřelcem a vlastníkem teritoria (viz např. Benus, 2001; Bester-Meredith & Marler, 2007; Koolhaas et al., 1999; Vidal et al., 2011; Palanza et al., 1996; Back et al., 2002). Členové skupiny vlastníci teritorium vetřelce obvykle napadají, přičemž dominantní jedinec je často ten nejagresivnější. Zároveň jsou vůči sobě více agresivní jedinci stejného pohlaví než jedinci opačného pohlaví (Palanza et al., 1996; Taborsky et al., 2009). Souboj většinou končí ve prospěch domácího jedince (Back et al., 2002).

Sociálně žijící rypši často vykazují silný stupeň agresivity vůči příslušníkům z cizích kolonií – vetřelcům. U rypše damarského (*Fukomys damarensis*) byla studována obrana celé kolonie vůči vetřelci (Cooney, 2002). Vetřelci byli umísťováni do části systému, ve kterém rodina žila, a byli téměř vždy napadáni. V napadání vetřelce byli nejvíce aktivní dominantní jedinci a byla cílena zejména na jedince stejného pohlaví. Submisivní jedinci se do obrany kolonie zapojili jen zřídka. Z těchto výsledků by se dalo usuzovat, že investice do kolonie dominantními (čili reprodukujícími se) zvířaty je poháněna kompeticí o reprodukční status. Naproti tomu submisivní (nerozmnožující se) jedinci nemají důvod bát se o svůj status a je pro ně tedy zbytečné riskovat možné ztráty z obrany kolonie. Tato studie v podstatě potvrdila a rozšířila výsledky získané na rypši damarském již dříve Jacobsem a Kuiperem (2000).

Naproti tomu v práci na rypších lysých (*Heterocephalus glaber*; O’Riain & Jarvis, 1997) bylo zjištěno, že dominantní jedinci brání kolonii nejméně. Nasazení při obraně rodiny je přímo úměrné velikosti submisivních jedinců. Větší nereprodukční jedinci se více podílejí na odhánění vetřelce, než je tomu tak u menších zvířat. Tento naprosto odlišný výsledek od studií na rypši damarském je vysvětlován rozdílnou motivací zvířat (Cooney, 2002; O’Riain & Jarvis, 1997). Zatímco u rypše damarského dominantní jedinci bojují o zachování svého reprodukčního statusu a submisivní nemají v podstatě o co bojovat, jelikož jediná možnost se rozmnožit spočívá v jejich disperzi, u rypše lysého je situace odlišná. Možnost získat reprodukční status spočívá hlavně ve smrti dominantního páru. Vetřelce napadají největší (a

pravděpodobně i nejstarší) zvířata, která mají největší šanci zdědit reprodukční status. Z tohoto faktu plyne i jejich největší motivace pro obranu kolonie.

1.4 Stres a příznaky stresu

Stres je komplexní reakce zvířete na situace, které vyžadují v okamžiku nadprůměrnou mobilizaci energie (viz např. Moller et al. 1998). Tato reakce je u savců zprostředkována jak neurálně - autonomním nervovým systémem tak humorální cestou (viz např. Renwranz & Spielvogel, 2011; Inagaki et al., 2004; Sgoifo et al., 1999; Kvetnansky et al., 1995). První dráha je pro rychlou odpověď organismu, která je výsledkem aktivace sympatického nervového systému, při které dochází např. k uvolnění adrenalinu a noradrenalinu. To má za následek např. zvýšení respirace, krevního tlaku a tepové frekvence (viz např. Rietmann et al., 2004; Renwranz & Spielvogel, 2011). Druhá, pomalejší dráha je založena na neuroendokrinním oblouku, který aktivuje osu hypotalamus-hypofýza-nadledviny (tzv. HPA osa) a nakonci dochází např. k sekreci glukokortikoidů, které kromě jiného usměrňují využití cukrů (McDougall et al., 2004; Bauer et al., 2011).

Tepová frekvence je častým, všeobecně akceptovaným, ukazatelem stresové odpovědi zvířete (viz např. Azar et al., 2012; Renwranz & Spielvogel, 2011; Viblanc et al., 2012; Bauer et al., 2011). Změny v srdečním tepu mohou být výsledkem jak reakce na psychické (sociální) stimuly (např. Coelho et al., 1991; Sgoifo et al., 1999; Viblanc et al., 2012) tak na stimuly fyzického charakteru jako jsou např. změny chovných podmínek (Azar et al., 2012), potravní omezení (Bauer et al., 2011; Kemppinen et al., 2009) či manipulace se zvířaty (Weinandy & Gattermann, 1997).

V případě sociálně žijících zvířat je jasné, že během života procházejí množstvím sociálních interakcí, z nichž část je agonistická (Viblanc et al., 2012). Jednou z jasných fyziologických odpovědí zvířete v případě agonistických interakcí mezi např. vlastníkem teritoria a „vetřelcem“ („fight or flight“ situace), je zvýšení frekvence srdečního tepu (viz Viblanc et al., 2012 a mnoho dalších). V soulase s výše uvedenými poznatky byla proto i v této práci pozornost zaměřena na změny tepové frekvence u rypošů obřích jako na indikátory vnímání závažnosti interakcí mezi jedinci.

1.5 Telemetrické sondy

V současné době je získávání osobnostních charakteristik jedince uskutečňováno pomocí dvou hlavních metod - záznamem prvků chování a hodnocením vlastností (Gosling, 2001). Existuje ale i třetí možnost pohledu na zvíře a to „online“ pomocí telemetrických sond, které měří např. tepovou frekvenci a umožňují tím mnohem objektivnější posuzování reakce zvířete na testové podmínky. Např. stále není zcela jasné, zda vysoká aktivita a zdánlivě velká odpověď zvířete v testových podmínkách skutečně odráží odvahu či naopak stresovou reakci (Walsh & Cummins, 1976). Použití sond, které objektivně zaznamenávají fyziologické parametry zvířete odrážející skutečnou reakci zvířete, by mohlo sloužit k verifikaci výsledků získaných v mnohých behaviorálních testech. Používání sond na zvířatech probíhá již tři desítky let (Kramer et al., 2001). Miniaturizace sond dovolila provádět i dlouhodobé pokusy týkající se cirkadiální aktivity (Akita et al., 2001; Ishii et al., 2002), behaviorálních projevů (Azar et al., 2012; Spani et al., 2003; Ishii et al., 1996) či se využívá ve farmakologii (Yang et al., 2010). Dosud nebyla uskutečněná práce na rypoších, ve které by sondy sloužily jako ukazatel fyziologických procesů při konfrontaci s dalšími jedinci.

2. Cíle práce

- a) Reaguje rypoš obří rozdílnou tepovou frekvencí na známé a neznámé jedince?

Ke zjištění, zda- li jedinci se sondou reagují rozdílnými tepovými frekvencemi na předkládané jedince ze své a cizí rodiny byl proveden pokus, kdy došlo ke konfrontaci zvířat se sondou ($n=5$) s vlastními a cizími jedinci. Pomocí lineárního modelu se smíšenými efekty (linear mixed effects model, LMM) byla testována nulová hypotéza:

H_{0a} : Reakce na známé a neznámé jedince se neliší

b) Reaguje rypoš obří rozdílně tepovou frekvencí na jedince různého pohlaví a statusu?

K odpovědi na tuto otázku byli použiti jedinci se sondou ($n=5$), u kterých byla sledována změna tepové frekvence při konfrontaci s rypoši obřími různých sociálních statusů a různých pohlaví. Pomocí LMM byla testována nulová hypotéza:

H_{0b} : Jedinci nerozlišují mezi statusy a pohlavím vetřelců

3. Metodika

3.1 Jedinci

Testováno bylo pět submisivních rypošů obřích (tři samice, dva samci) pocházejících od rodičů nachytaných v Ndole, Zambie (R. Šumbera, pers. comm.). Zvířata byla chována v laboratorních podmínkách, kde je nastaven světelný režim L:D 12:12, udržována konstantní teplota 24 ± 2 °C a vlhkost 60-80 %. Potrava (brambory, mrkve, jablka a sušené krmivo pro hlodavce) byla dostupná ad libitum. V chovech je každá rodina chována samostatně ve skleněné chovné nádobě (terárium) s délkou od jednoho do dvou metrů a šířky a výšky cca 0,5 x 0,5 m. Jako podklad je používán rašelinný substrát. V teráriu mají rypoši dále k dispozici keramický květináč jako úkryt/hnízdo a další plastové roury pro obohacení prostoru.

3.2. Design pokusu

3.2.1 Telemetrická Sonda

Ke stanovení závažnosti kontaktu bylo využito stanovení stresového příznaku – nárůstu tepové frekvence – pomocí telemetrických sond G2 HR E-Mitter (Mini Mitter, Respironics; viz. Přílohy), které byly implantovány do těl rypošů obřích a měří tepovou frekvenci, teplotu tělního jádra a aktivitu. K dalšímu zpracování byly použity pouze hodnoty tepové frekvence, které nejlépe ukazují okamžitou odezvu zvířete. Rozměry sondy jsou 19,5 x 3,5 mm a její hmotnost je 1,5 g. Sonda neobsahuje baterii (proto i její poměrně nízká hmotnost), která by jednak snížila životnost sondy a zároveň by zvířeti mohla vadit v abdominální dutině. Sonda získává energii z plotny PDT-4000 HR E-Mitter, na které musí být umístěna testovací aparatura. Toto uspořádání ovšem přináší drobnou nevýhodu

v přizpůsobení velikosti testovací aparatury podle velikosti plotny. Velikost plotny je pouze (Š x V x D) 30 x 5 x 55 cm. Nasbíraná data, která plotna získává ze sondy (v intervalu jednou za minutu), jsou dále převedena pomocí systému Vital View do počítače s operačním systémem Windows (Harkin et al., 2002). Poté se údaje ze sondy mohou převést do běžně používaných programů, jako např. Microsoft Excel a dále statisticky zpracovávat.

3.2.2 Implantace sondy

K implantaci sondy bylo vybráno pět jedinců celkem ze tří rodin. V květnu roku 2011 byly sondy implantovány do čtyř jedinců (dvě samice, dva samci). V lednu roku 2013 pak byly voperovány další sondy do jedné samice a samce, ten ovšem 2 měsíce po voperování podlehl nemoci. Jedincům byl ponechán jeden měsíc na rekonvalescenci, tato doba je považována za dostačující (McDougall et al., 2004). Implantace sondy proběhla chirurgickým zákrokem. Rypoši byli nejprve narkotizováni směsí 5% xylazinu a 10% narketanu (podle hmotnosti zvířete). Sonda byla jedinci voperována do abdominální dutiny, přičemž dvě elektrody byly pod kůží vyvedeny na hrudník a připevněny k prsním svalům. Takto bylo možné snímat změny napětí generované srdečním svalem a z počtu cyklů pomocí monitorovacího systému determinovat tepovou frekvenci.

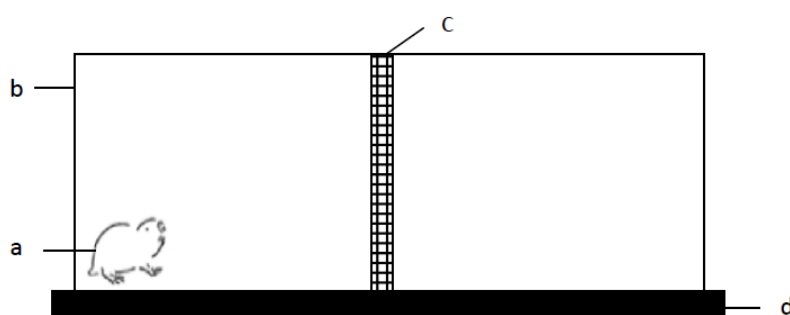
3.2.3 Testovací prostor a schéma testu

Konfrontace dvou jedinců nebo jednoho jedince a filtračního papíru s pachem probíhaly v teráriu (31x 40 x 55 cm - viz obr. 1), které bylo rozděleno přepážkou z pletiva na dvě poloviny a do prostoru, kde se nacházel jedinec se sondou, byl dán rašelinný substrát z jeho domovského terária. Přepážka měla zabránit bezprostřední konfrontaci spojené s pokousáním, které by s velkou pravděpodobností ovlivnilo chování jedince v následujících testech. Do jedné poloviny byl umístěn jedinec s implantovanou sondou (n=5) a byl mu ponechán čas na aklimatizaci. Tento čas se jevil jako dostatečný neboť za tuto dobu došlo k poklesu tepové frekvence na cca 200 tepů za minutu, což je u tohoto druhu považováno za klidové hodnoty (Marhold & Nagel, 1995). Následovala testová fáze, kdy byl do druhé poloviny terária za drátěnou přepážku umístěn daný podnět. Podle typu testu se jednalo buď o živého jedince (různých kategorií, viz dále) nebo o pachovou značku. Tito jedinci (nebo jejich pachy) se lišili z hlediska následujících vlastností: známost (z vlastní vs. cizí rodiny), pohlaví (samec vs. samice) a sociální status (dominantní vs. submisivní). Data z klidové fáze testu sloužila jako referenční klidová tepová frekvence pro každého jedince pro další analýzy.

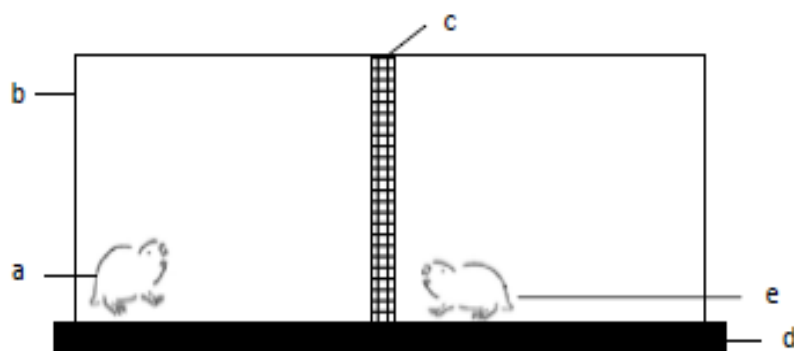
3.2.4 Test na familiaritu

Jedinci s implantovanou sondou ($n=5$) byli konfrontováni s dominantním samcem, dominantní samicí, submisivním samcem a submisivní samicí ze své rodiny. Každé z testovaných zvířat se sondou mělo v jednom dni pouze jednu sérii testů skládající se ze dvou fází, tedy dvakrát 30 minut (viz obr. 1). Do tohoto testu nebylo zahrnuto testování pachového podnětu. Data z testů se známými jedinci byla následně porovnána s daty z testu s neznámým jedincem získanými v testu s neznámými jedinci (a to z těch pokusů, kde byl neznámý jedinec testován jako první v pořadí (více v kapitole 3.2.5).

A



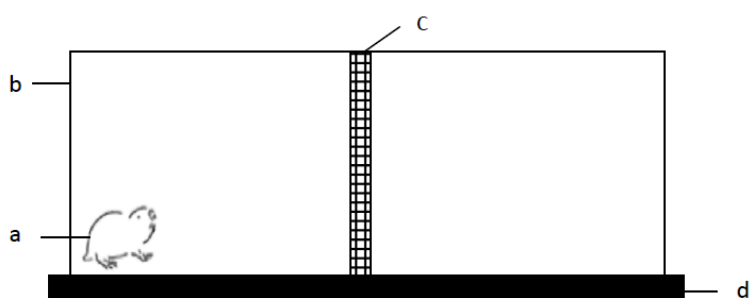
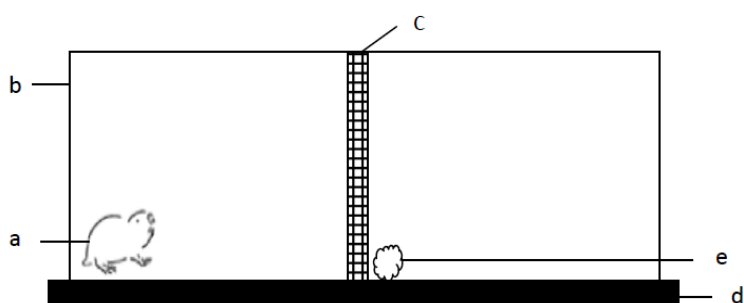
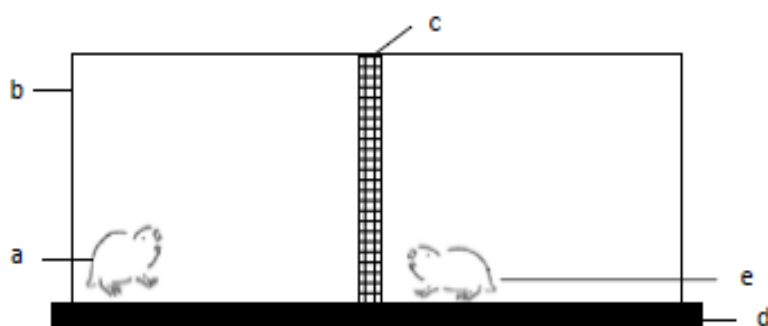
B



Obr. 1 Test familiarity - schéma pokusu. V první fázi (**A**) jedinec se sondou byl dán do poloviny prázdného testovacího terária. V druhé fázi (**B**) byl jedinec se sondou konfrontován se známým nebo neznámým jedincem, který byl přidán do druhé poloviny testovacího terária. Vysvětlivky: a - jedinec se sondou; b - testovací terárium; c - přepážka z pletiva; d - plotna snímající hodnoty naměřené sondou; e – známý nebo neznámý jedinec

3.2.5 Test s neznámými jedinci a jejich pachem

Jedinci se sondou ($n=5$) byli konfrontováni také se čtyřmi neznámými jedinci (dominantním samcem, dominantní samicí, submisivním samcem a submisivní samicí) pocházejícími z jedné rodiny. K dispozici byly celkem čtyři takovéto rodiny (celkové $n=16$ jedinců), jejichž členové byli použiti jako neznámí jedinci. V této sérii testů byl použit i pach, který pocházel od stejných jedinců používaných v tomto testu. Tento pach byl získán tak, že zvíře bylo umístěno přes noc před testovacím dnem do terária, kde byl jako podestýlka připraven filtrační papír. Za dobu pobytu zvířete tento papír absorboval všechny potenciální zdroje individuálního pachu jedince (např. moč, trus). Tento filtrační papír pak sloužil druhý den jako testovací vzorek pachu a byl dán těsně k mřížce, aby jedinec se sondou zaregistroval co nejlépe jeho přítomnost. Test s neznámým jedincem se skládal ze tří fází (viz obr. 2): 1. fáze - jedinec se sondou sám; 2. fáze - jedinec se sondou konfrontován s pachem vetřelce; 3. fáze - jedinec se sondou konfrontován s neznámým jedincem (vetřelcem, od kterého byl odebrán pach použitý v předchozí fázi). Každá z fází trvala 30 minut a fáze 2. a 3. byly náhodně prohazovány, aby jedinec se sondou neměl možnost naučit se charakter předkládaného podnětu podle pořadí. Jelikož testování jedinci nesmí být delší časový úsek mimo své domovské terárium, musely všechny tři fáze probíhat v řadě během jednoho dne. Zároveň jsem tím chtěla zjistit, zdali se liší reakce testovaných jedinců, pokud jako stimul vstupuje do testu pach jedince či přímo jedinec sám. Ve studiích je často při testech používán buď pach jedince (Zenuto, 2010; Heth et al., 2002; Heth et al., 2004) nebo konfrontace s jedincem (Bappert et al., 2012; Cooney, 2002; Jacobs & Krupier, 2000). Použití telemetrických sond umožnilo porovnat tyto dva podněty mezi sebou a zjistit tak, zda-li se od sebe liší na základě tepové frekvence. Výsledek mohl poskytnout informaci o tom, zda je pach dostačujícím podnětem srovnatelným s konfrontací s cizím jedincem. Toto zjištění by mohlo mít důsledek pro další experimenty, ve kterých by mohlo být eliminováno manipulování a tím stresování zvířat.

A**B****C**

Obr. 2 Test reakce na vetřelce - schéma pokusu. V první fázi (**A**) byl jedinec se sondou umístěn do poloviny prázdného testovacího terária. V druhé fázi (**B**) byl jedinec se sondou konfrontován s pachem neznámého jedince na filtračním papíru. Ve třetí fázi (**C**) byl jedinec se sondou konfrontován s neznámým jedincem (vetřelcem). Vysvětlivky: a - jedinec se sondou; b - testovací terarium; c - přepážka z pletiva; d - plotna snímající hodnoty naměřené sondou; e - neznámý jedinec nebo jeho pach

3.3 Zpracování dat

Data byla získána pomocí programu Vital View. Z hodnot tepové frekvence měřených každou minutu během 30 minut v klidové fázi testu, kdy jedinec nebyl konfrontován s žádnými podněty, byl vypočten průměr. Tato hodnota průměrné klidové tepové frekvence byla dávana do poměru se stejně spočítanými průměry tepové frekvence pro další fáze testu (konfrontace s pachem nebo jedincem). Výpočet hodnot vstupujících do analýz byl tedy následující: průměr hodnot v testu s jedincem/ průměru hodnot v klidové fázi (obdobně pro test s pachem). Tento postup je standardně používán v podobných studiích (např. McDougall et al., 2004; Palestini et al., 2005). Výsledné hodnoty byly zlogaritmovány (ln), aby data měla normální rozdělení. Takto upravené hodnoty vstupovaly do statistických modelů.

3. 4 Statistické zpracování

Data byla analyzována pomocí dvou lineárních smíšených modelů (LMM). První model byl vytvořen pro testování vlivu známosti předkládaného jedince na reakce testovaného zvířete. Zohledněno bylo pohlaví testovaného jedince a pohlaví předkládaného jedince. V druhém modelu jsem testovala vliv předkládaného typu stimulu (jedinec vs. pach), pořadí těchto stimulů, pohlaví testovaného jedince a pohlaví a sociálního statusu jedince, který byl předkládán nebo od kterého pocházely vzorky.

Do prvního LMM vstupovaly pevné faktory (fixed effects): ln průměru tepové frekvence v testové situaci/ průměru tepové frekvence v klidové fázi testu (*kontinuální proměnná*), familiarita [známý či neznámý jedinec (*kategoriální proměnná*)], pohlaví vetřelce [jedince konfrontovaného s jedincem se sondou (*kategoriální proměnná*)], pohlaví jedince se sondou (*kategoriální proměnná*) a jako náhodný efekt (random effect) identita testovaného jedince se sondou.

Do druhého LMM vstupovaly jako pevné faktory (fixed effects): ln průměru tepové frekvence v interakci (pachu)/ průměru tepové frekvence v klidové fázi testu (*kontinuální proměnná*), pořadí [pořadí testu s pachem či se zvířetem v jedné sérii testu (*kategoriální proměnná*)], typ testu [test na pach či zvíře (*kategoriální proměnná*)], status [dominantní či submisivní (*kategoriální proměnná*)], pohlaví vetřelce [jedince konfrontovaného s jedincem se sondou (*kategoriální proměnná*)], pohlaví jedince se sondou (*kategoriální proměnná*) a jako náhodný efekt (random effect) identita testovaného jedince se sondou.

Cílem obou modelů bylo zjistit vliv těchto prediktorů na hodnoty průměrné tepové frekvence jedince.

Všechna statistická zpracování byla provedena v programu R version 2.15.0 (The R foundation for Statistical Computing, 2012) a grafy byly vytvořeny v programu Statistica 10 (StatSoft ČR, s.r.o.)

4. Výsledky

4.1 Vliv známosti předkládaného jedince

Na každém jedinci se sondou (n=5) byly provedeny 4 testy se známými jedinci. Následně pak byla pro porovnání vybrána data ze 4 testů s neznámými jedinci pro testování vlivu známosti na reakce jedinců.

Tab. 1. Výsledky z LMM. Náhodný efekt- identita testovaného jedince se sondou. Pevné faktory – ln průměru tepové frekvence v interakci/ průměru tepové frekvence v klidové fázi testu, familiarita (známý či neznámý jedinec), pohlaví vetřelce (jedince konfrontovaného s jedincem se sondou), pohlaví jedince se sondou.

Fixed effect	Value	Std.Error	DF	t-value	p- value
familiarita (známý jedinec)	0,00	0,09	42	0,02	0,98
pohlaví vetřelce (samec)	0,01	0,07	42	0,19	0,85
pohlaví jedince se sondou (samec)	0,03	0,07	3	0,38	0,73
familiarita (známý jedinec)* pohlaví vetřelce (samec)	-0,18	0,19	42	-0,93	0,36
familiarita (známý jedinec)* pohlaví jedince se sondou (samec)	-0,10	0,14	42	-0,72	0,47
pohlaví jedince se sondou (samec)* pohlaví vetřelce (samec)	-0,02	0,10	42	-1,15	0,89
familiarita (známý jedinec)* pohlaví jedince se sondou (samec)* pohlaví vetřelce (samec)	0,31	0,24	42	1,25	0,20

Ani jeden ze zkoumaných faktorů nebyl průkazným prediktorem změny tepové frekvence u testovaného jedince rýpoše obřího. Nepodařilo se nám tedy prokázat, že rýpoš obří reaguje odlišnými tepovými frekvencí v testu se známým a v testu s neznámým jedincem.

4. 2 Vliv pohlaví vetřelce, jeho sociální statusu, typ předkládaného stimulu a jeho pořadí v testu na tepovou frekvenci jedince se sondou

Výsledky LMM ukazují, že interakce faktorů pohlaví jedince se sondou, pohlaví vetřelce a jeho sociální status mají vliv na tepovou frekvenci testovaného jedince (Tab. 2).

Byl nalezen vliv interakce proměnných pohlaví jedince se sondou a pohlaví vetřelce (Graf 1.), samci i samice se sondou reagují více na vetřelce samčího pohlaví ($p=0,037$).

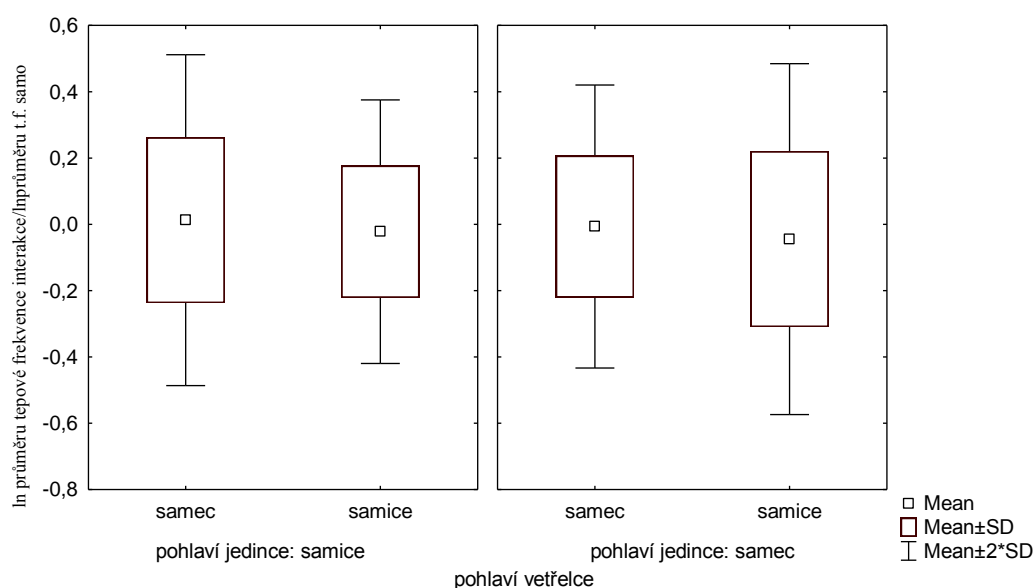
Byl nalezen vliv interakce faktorů pohlaví jedince se sondou a sociálním statutem vetřelce (Graf 2.), samci i samice se sondou reagují více na submisivního vetřelce ($p=0,015$).

Byl nalezen vliv interakce faktorů pohlaví jedince se sondou, pohlaví vetřelce a sociálním statutem vetřelce (Graf 3.). Samci se sondou reagují v testu více na submisivní samice a dominantní samce, samice se sondou reagují více na submisivního samce, ale zároveň na dominantní samice ($p=0,004$).

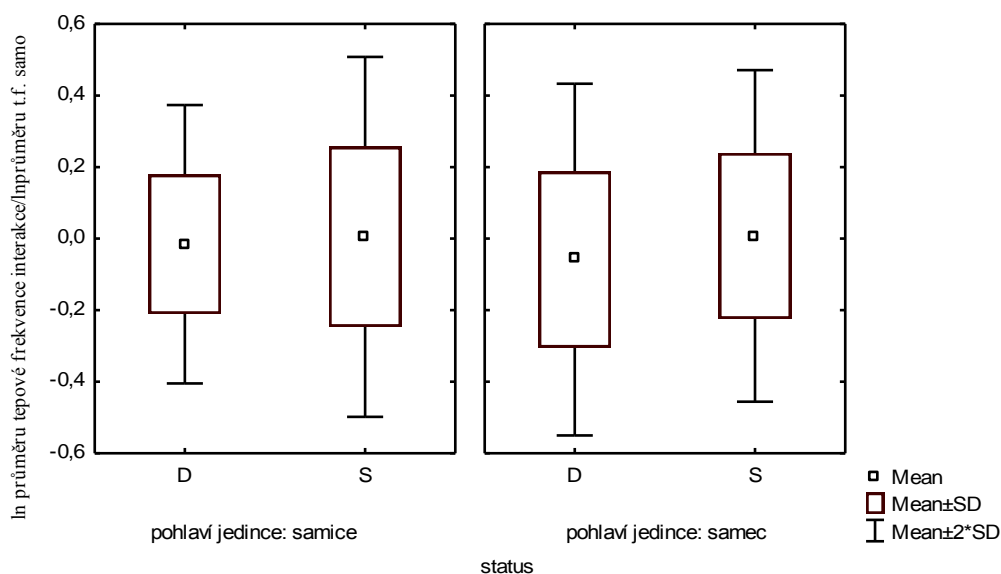
Typ předkládaného stimulu ani pořadí předkládání stimulů neměly na průměrnou změnu tepové frekvence u testovaného jedince vliv.

Tab. 2. Výsledky z LMM. Náhodný efekt- identita testovaného jedince se sondou. Pevné faktory – ln průměru tepové frekvence v interakci (pachu) /průměru tepové frekvence v klidové fázi testu, pořadí [pořadí testu s pachem či interakce se zvířetem v jedné sérii testu), typ testu (test na pach či interakce se zvířetem), sociální status (dominantní či submisivní), pohlaví vetřelce (jedince konfrontovaného s jedincem se sondou), pohlaví jedince se sondou. Ve sloupci p-value jsou tučně vyznačeny hodnoty $p < 0.05$.

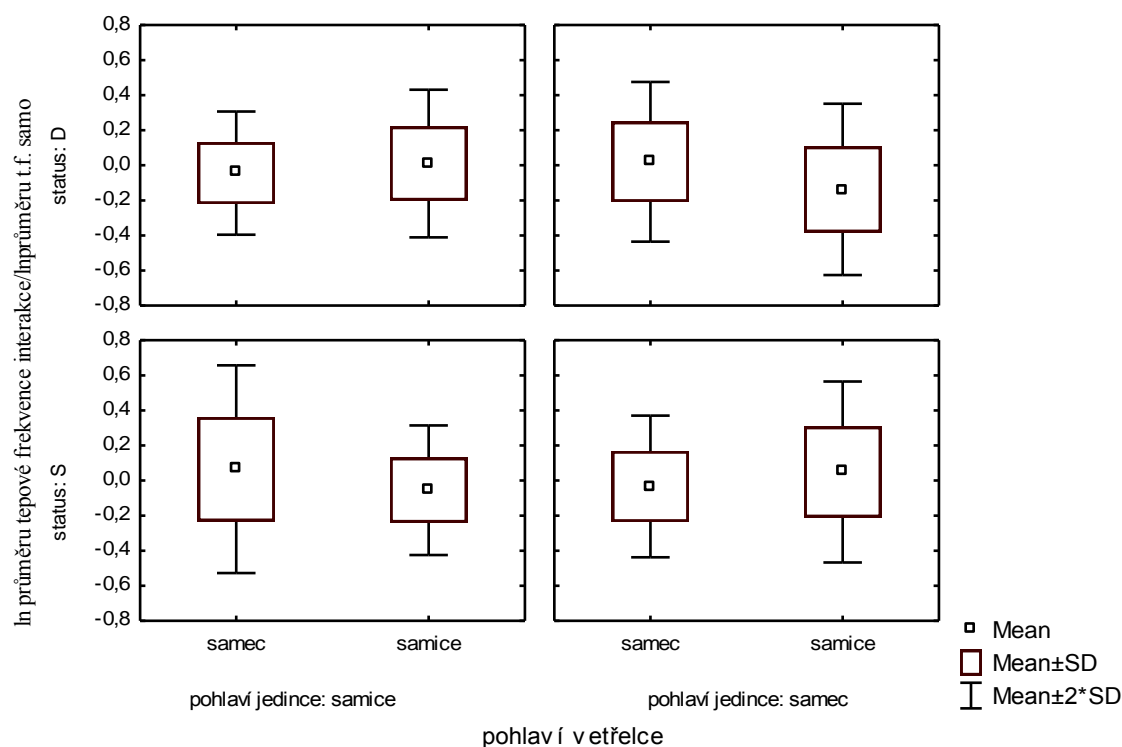
	Value	Std.Error	DF	t-value	p- value
typ testu (pach)	-0.07	0.05	144	-1.30	0.19
pořadí (druhé)	-0.07	0.05	144	-1.39	0.17
pohlaví vetřelce (samec)	-0.06	0.07	144	-0.90	0.37
sociální status (submisivní)	-0.07	0.07	144	-1.01	0.32
pohlaví jedince se sondou (samec)	-0.15	0.08	3	-1.77	0.18
typ testu (pach)* pořadí (druhé)	0.12	0.07	144	1.64	0.10
pohlaví vetřelce (samec)*sociální status (submisivní)	0.10	0.09	144	1.93	0.06
pohlaví vetřelce (samec)* pohlaví jedince se sondou (samec)	0.22	0.10	144	2.10	0.04
sociální status (submisivní)* pohlaví jedince se sondou (samec)	0.25	0.10	144	2.45	0.02
pohlaví vetřelce (samec)* sociální status (submisivní)* pohlaví jedince se sondou (samec)	-0.42	0.15	144	-2.88	0.004



Graf 1. Vliv interakce mezi pohlavím jedince se sondou a pohlavím vetřelce na změnu průměrné tepové frekvence. Samci i samice se sondou reagují větší změnou tepové frekvence, pokud je jako vetřelec použit samec ($p = 0,037$).



Graf 2. Vliv interakce mezi pohlavím jedince se sondou a sociálním statusem vetřelce na změnu průměrné tepové frekvence. Samci i samice se sondou reagují větší změnou tepové frekvence, pokud je jako vetřelec použit submisivní jedinec ($p = 0,015$).



Graf 3. Vliv interakce mezi pohlavím jedince se sondou, sociálním statusem vetřelce a pohlavím vetřelce na změnu průměrné tepové frekvence. Samci se sondou reagují více na submisivní samici a dominantní samce, samice se sondou reagují podobně jako samci, více na submisivní samce, ale zároveň projevují větší reakci na dominantní samici. ($p = 0,004$).

5. Diskuze

5. 1. Použití telemetrických sond

Použití telemetrických sond umožňuje bez jakéhokoliv omezení v pohybu zvířete sledovat velmi důležité parametry, které by se jiným způsobem nedaly ani jinak získat (viz např. Harkin et al., 2002). Stanovením např. hladin stresových hormonů v dyadických konfrontacích není možno dosáhnout podobných výsledků, protože je potřeba odebrat v určitý okamžik vzorek krve, a to by již samo o sobě bylo spojeno s odlišným vývojem stresové reakce a zcela zásadně by zasáhlo do sledované interakce. V posledních desetiletích je výhoda telemetrických sond jasně uznávána a jejich užití prožívá v současnosti prudký rozvoj (např. Kemppinen et al., 2009; McDougall et al., 2004; Inagaki et al., 2004). Ve studii Harkina a kolektivu (2002), která se zabývá verifikací programu Vital View a s ním spojeným bezbateriovým typem telemetrických sond, se podařilo prokázat, že tento systém je velmi užitečným pro monitorování tepové frekvence, teploty tělního jádra a lokomoční aktivity u běžných laboratorních zvířat. Výsledky jsou kvalitativně i kvantitativně podobné těm, které pochází z měření při použití jiných monitorovacích systémů.

Užití této technologie ovšem neznamená, že je tím úspěch experimentu zajištěn sám o sobě. Cena zvířat, která mají implantovanou sondu, silně vzrůstá, nejen cenou sondy, ale i tím, že se nejedná o rutinní operaci. Zacházet s těmito zvířaty se pak musí velmi opatrně, aby nebyly ireverzibilně v nějakém nevhodném experimentu etologicky znehodnoceny. Proto jsme zvolili pro celý experiment formu interakce, která se odehrává přes přepážku z pletiva. Jednak aby nedošlo ke zranění testovaného jedince se sondou, a pak aby případné zranění nemělo negativní dopad na testovaného jedince a neovlivnilo tak průběh reakcí v dalších testech - tzv. winner- loser effect (Earley et al., 2013).

V předchozích pilotních testech jsme s jinými jedinci orientačně zjistili, které faktory jsou pro rýpoše nejvíce stresující, a také jak rýpoš vnímá průběh celé dyadické interakce při přirozeném souboji jednoho jedince s druhým (Obr. 4, Přílohy). Nejvyšších hodnot tepové frekvence zvířata dosahovala při uchopení člověkem, tedy při imobilizaci, a také při expozici zcela neznámému prostředí (z klidových cca 200 až na 900 tepů za minutu). Podobně vysokých hodnot pak zvířata dosahovala při neomezovaných konfrontacích. Nízké hodnoty, které byly stanoveny při použití přepážky, tedy nejsou nějakým artefaktem nebo poruchou

telemetrického systému, ale ukazují na velký rozdíl mezi vnímáním blízkosti cizích jedinců a bezprostředním kontaktem nebo kousnutím v okamžiku eskalace dyadické interakce.

5. 2 Reaguje rypoš obří rozdílnou tepovou frekvencí na známé a neznámé jedince?

To, že zvířata dokážou rozpoznat známé jedince od těch neznámých, bylo potvrzeno již na mnoha druzích hmyzu (např. D'Ettore & Heinze, 2005; Braun et al., 2008), ptáků (např. O'Dwyer & Nevitt, 2009; Bonadonna & Sanz-Aguilar, 2012) a samozřejmě savců (např. Hepper, 1983; Villavicencio et al., 2009). U rypošů bylo rozpoznávání známých a neznámých jedinců potvrzeno již v několika studiích (např. Bappert et al., 2012; Clarke & Faulkes, 1999; Jacobs & Kuiper, 2000). Ve studii na rypoši obřím (Heth et al., 2002) bylo dokonce potvrzeno rozpoznávání členů z vlastní rodiny na individuální úrovni.

V předkládané práci byla reakce zvířete při kontaktu se známým nebo neznámým jedincem stanovována pomocí změny tepové frekvence. Předpokladem bylo, že v případě střetu s vetřelcem bude tepová frekvence na vyšší úrovni než v případě konfrontace se známým zvířetem. Tento rozdíl se ovšem nepodařilo na základě tepové frekvence prokázat. Zvíře reagovalo podobným zvýšením tepové frekvence, i když se setkalo s příslušníkem vlastní rodiny. Může to být způsobeno tím, že rypoš obří žije striktně sociálním způsobem života, proto u něj oddělení od rodiny a opětovné setkání se známým jedincem může vyvolat určité zvýšení tepové frekvence. Zvláště v případě, že je umístěno do neznámého prostředí, které reprezentuje testovací terárium a ve kterém je umístěno samo. Obdobné navýšení tepu jako v případě nepřímé konfrontace s neznámým jedincem by teoreticky mohlo znamenat reakci na objevení příbuzného jedince, který by pro zvíře mohl znamenat jediný známý prvek v cizím prostředí. To, že zvíře tímto fyziologickým parametrem reaguje podobně na známé a neznámé jedince, nemusí ovšem znamenat, že příslušníka vlastní rodiny od vetřelce nerozezná.

V této práci by o rozpoznání známého od neznámého zvířete mohly vypovídat behaviorální reakce zvířat, které byly zachyceny kamerou. Po setkání s novým jedincem se o něj zvířata se sondou aktivně zajímala, ale pouze v případě cizích jedinců docházelo nejprve k intenzivnímu čichání, posléze k atakům dělicí přepážky, kdy se do přepážky při přiblížení vetřelce zakusovali, hrozili zuby a v několika případech docházelo i k zahrabávání nepřítele. Naopak v případě přítomnosti známého jedince docházelo jen k očichávání, bez projevů agresivity. Tento výsledek je v souladu s výsledky ostatních studií, kdy jedinci trávili

mnohem více času u pachu neznámého jedince či se k neznámému jedinci chovali mnohem více agresivně (Clarke & Faulkes, 1999; Heth et al., 2002; O'Riain et al., 1997; Jacobs & Kuiper, 2000).

Ačkoliv by se dalo předpokládat, že pozorované agonistické projevy budou úzce spojeny s vnitřním fyziologickým stavem jedince, v předkládané práci žádné signifikantní rozdíly mezi tepovou frekvencí po setkání se známým a neznámým jedincem nebyly zjištěny. To znamená, že pouhé setkání (blízkost) s cizím jedincem ještě v žádném případě neznamená okamžitý vývoj stresové reakce. Když se podíváme obecně na výše uvedené behaviorální testy, ve kterých je sledována preference jedinců nebo pachu, téměř vždy pozorujeme při kontaktu s vetřelcem výrazně delší dobu průzkumu, případně náznaky agonistických projevů (Clarke & Faulkes, 1999; Heth et al., 2002; O'Riain et al., 1997; Bappert et al., 2012), kterými reagují na novou informaci ve svém prostředí. Tato fáze získávání informací ovšem ještě není fází konfrontace, ve které je rozvoj obranné reakce v plné formě již nutností. V této souvislosti je třeba si uvědomit, že všechny preferenční behaviorální testy, které se odehrávají přes přepážku z pletiva, jsou vlastně uměle odděleny od koncové fáze, kdy se jedinci přímo setkají. To je zřejmě důvodem, proč v této práci nebyly naměřeny větší změny tepových frekvencí v případě kontaktu s neznámým jedincem.

5. 3 Vliv typu předkládaného stimulu (jedinec vs. pach) a pořadí těchto stimulů

Typ předkládaného stimulu, tedy zda byl jedinec se sondou v testu konfrontován s pachem či s jedincem, neměl signifikantní vliv na tepovou frekvenci. Tento výsledek je významný převážně z metodického hlediska. Některé studie zahrnují do svých experimentů pouze pach známého/neznámého, příbuzného/nepříbuzného jedince (např. Zenuto, 2010; Heth et al., 2002; Heth et al., 2004), ale některé naopak využívají přímé konfrontace zvířat (např. Bappert et al., 2012; Cooney, 2002; Jacobs & Krupier, 2000). V případě dalších testování zvířat může zanechat předchozí konfrontace negativní dopad na další projevy jedince. Tento fakt je znám již z mnoha dalších studií, které se týkají tzv. winner-loser efektu (např. Earley et al., 2013). Jedinec, který v souboji prohraje, si pak tuto zkušenost odnáší do dalších interakcí, při kterých má potom větší pravděpodobnost neúspěchu. Naopak, vítěz má posílené sebevědomí, které se následně odráží v dalších soubojích, které má větší šanci vyhrát (Earley et al., 2013).

Z výsledků překládané práce vyplývá, že informace o kategorii jedince je převážně zprostředkována pachem. Tento výsledek plně odpovídá dosavadním zjištěním na jiných podzemních druzích (např. Zenuto, 2010; Heth et al., 2002; Heth et al., 2004; Bappert et al., 2012). Jelikož v této práci bylo zjištěno, že rypoši obří reagují podobně jak na předložení pachu, tak na přítomnost jedince, v budoucích studiích může být zváženo používat v testech další zvířata kromě fokálního jedince. Tím se může eliminovat manipulace se zvířaty, která mohou být ovlivněna jak samotným opakovaným vystavováním testovacím podmínkám, tak nadměrnou manipulací, kterou s sebou používání v testech logicky přináší.

Dalším zajímavým výsledkem, který přináší tato práce, je, že nejen typ předkládaného podnětu, ale zároveň i jejich pořadí nemá vliv na reakci zvířete. Nebyl nalezen signifikantní rozdíl v reakcích, pokud byl zvířeti předložen nejprve pach, poté vetřelec, nebo naopak nejprve vetřelec, poté pach. Pořadí stimulů bylo prohazováno za účelem snížení rizika habituace na testové podmínky, kdy hrozilo riziko, že si testovaná zvířata zapamatují, že po fázi s pachem přijde fáze s vetřelcem. Tento výsledek může být opět zásadní pro další experimenty, které nebude nutné „komplikovat“ prohazováním pořadí stimulů.

5. 4 Reaguje rypoš obří rozdílně tepovou frekvencí na jedince různého pohlaví a statusu?

Simulování boje o teritorium, které je zvláště u skrytě žijících zvířat ve volné přírodě těžko pozorovatelné, se nejčastěji děje pomocí tzv. resident-intruder testu. V něm je do teritoria jednoho zvířete umístěno další (vetřelec) a je zjišťována latence útoku vlastníka teritoria a míra agresivity, která je směřována vůči vetřelci (např. Benus, 2001; Back et al., 2002; Bester-Meredith & Marler, 2007; Nathaniel et al., 2007; Nathaniel et al., 2006). Ve většině případů dochází k vítězství domácího jedince, který je ale zároveň často agresivně atakován (Back et al., 2002). Stejně výsledky jako u ostatních hlodavců byly zjištěny i u rypošů. Pokud byla rodina vystavena přítomnosti vetřelce, vždy došlo k jeho napadení, přičemž častěji docházelo k atakům v rámci stejného pohlaví, kdy samice napadaly samčího vetřelce, zatímco samci samčího vetřelce (Cooney, 2002; Riain & Jarvis, 1997; Jacobs & Kuiper, 2000).

Z výsledků této studie vyplývá, že rypoš vnímá předkládaného jedince komplexně, čili že dochází k posuzování sociálního statusu a pohlaví „vetřelce“ najednou a tato kombinace má také největší vliv na chování domácího jedince. Pokud bychom odfiltrovali vliv sociálního

statusu, obě testovaná pohlaví vykazovala větší reakci na samce než na samice. Naopak, pokud do analýz nezahrneme vliv pohlaví, mají jedinci větší reakci na submisivního jedince než na dominantního. Nejprůkaznější výsledek ovšem vyšel při kombinaci všech těchto faktorů dohromady, což ukazuje nutnost počítat se všemi faktory jako s celkem. Zvířata evidentně vnímají všechny dostupné informace, které jim protivník nabízí. Samice se sondou reagují více na submisivního samce a dominantní samici než na submisivní samici a dominantního samce. Samci naproti tomu reagují více na submisivní samici a dominantního samce než na submisivního samce a dominantní samici.

Důvodem, proč samice reagovaly větším zvýšením tepové frekvence v přítomnosti submisivního samce, by mohla být jejich motivace k založení nové rodiny. Všechny testované samice byly submisivní, tudíž neměly možnost se rozmnožovat. Ve volné přírodě by mohlo dojít k jejich disperzi, která by jim zajistila změnu reprodukčního statusu (Kawalika & Burda, 2007, Šumbera et al., 2011). V chovných podmínkách žádnou možnost volné disperze jedinci nemají, proto je pro ně jakákoli možnost setkání s opačným pohlavím vítaná. Zvláště pokud nejsou v přítomnosti své rodiny. Podobné výsledky byly získány i na rypoších Ansellových (Bappert et al., 2012). Pokud byly samice mimo svou rodinu, věnovaly značnou pozornost submisivním samcům a v přímé konfrontaci projevovaly ochotu k páření. V předkládané práci nebyly zvířatům umožněny přímé konfrontace, proto také žádné pokusy o kopulace nemohly být pozorovány, nicméně samice přesto měly tendence k vykazování reprodukčního chování (např. lordóza a nastavování anogenitální oblasti, zvýšená aktivita). Je pravděpodobné, že samice v obou případech (v tomto a v práci Bappertové a kolektivu, 2012) podléhaly stejným motivacím, tedy využít šance nepřítomnosti rodiny a přítomnosti cizího samce k možnému založení nové rodiny (Burda, 1999). Proto pravděpodobně docházelo i ke zvýšení tepové frekvence, neboť i ve volné přírodě musí nutně při těchto kontaktech docházet k určité mobilizace energie.

To, že samice více reagovaly na submisivní samce, je také ve shodě s prací Bappertové a kolektivu (2012) a zároveň je tento výsledek i předvídatelný. Dispergující samice ve volné přírodě mají mnohem větší šanci potkat submisivního samce, se kterým mohou založit novou rodinu, než dominantního samce. Ty samé motivace, jaké vedly samice k vyšším reakcím na submisivní samce, zřejmě měli i samci při reakcích na submisivní samice. Tento výsledek je naopak v rozporu s poznatky Bappertové a kolektivu (2012), která zjistila, že submisivní samci více reagovali na dominantní samice. Tento fakt si autoři vysvětlují tím, že dominantní (čili reprodukčně aktivní) samice je schopná zabřeznout i při

jednom náhodném spáření, zatímco submisivní samice (čili s potlačenou reprodukcí) bude pravděpodobně potřebovat opakované páření. Přestože existují doklady o tom, že v rodině rypoše obřího byla nalezena více než jedna reprodukčně aktivní samice (Sichilima et al., 2008), jedná se pouze o velice vzácný stav, neboť v dalších studiích, týkajících se toho samého druhu, byla vždy odhalena jen jediná reprodukčně aktivní samice (Kawalika & Burda, 2007; Lövy et al., 2013). Proto lze tvrdit, že téměř jediná možnost, jak změnit svůj sociální status a založit novou rodinu, je pro samce i samice právě spáření se se submisivními jedinci opačného pohlaví.

Samice se sondou dále vykazovaly vyšší reakce při konfrontaci s dominantní samicí a samci při konfrontaci s dominantním samcem. Tento výsledek je v souladu s většinou studií, ve kterých bylo prokázáno, že domácí jedinci směřují své útoky na jedince stejného pohlaví (O'Riain & Jarvis, 1997; Jacobs & Kuiper, 2000; Cooney, 2002), navíc ve studii Cooneyové (2002) bylo zjištěno, že na vetřelce samičího pohlaví útočily víc submisivní samice než dominantní.

Dále, ze studií, které zkoumaly obranu rodiny při vniku vetřelce, vyplývá, že do bojů se pouští spíše dominantní jedinci (Cooney, 2002; Jacobs & Kuiper, 2000; Nathaniel et al., 2007). Dominantní jedinci se do soubojů pouštějí z toho důvodu, aby si zachovali své výhodné postavení, díky kterému se mohou reprodukovat (Cooney, 2002; Nathaniel et al., 2007). Z tohoto důvodu lze předpokládat, že submisivní jedinci mohou pro dominantní jedince představovat hrozbu ztráty jejich statusu. V případě předkládané práce byli dominantní jedinci umísťováni do domácího prostoru submisivního jedince, který se tak mohl cítit zvýhodněn a mohl vycítit příležitost dominantního jedince o jeho status připravit. Rypoš obří navíc vykazuje poměrně zřetelný pohlavní dimorfismus, kdy samci disponují masivními žvýkacími svaly, které se promítají do zvětšené hlavové části (Kawalika & Burda, 2007). Tyto znaky mohou být důkazem sexuální kompetice mezi samci, která by opět mohla odůvodnit to, že submisivní samci se sondou více reagovali na jedince, jejichž status je pro ně výhodnější.

6. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit, zdali rypoši obří reagují rozdílnými tepovými frekvencemi při interakci se známými a neznámými jedinci. V této práci byl použit nový přístup studia chování a to pomocí telemetrických sond voperovaných do abdomenu testovaných zvířat. Tyto sondy se v současnosti stávají stále populárnějšími vzhledem k jejich nesporné výhodě sledovat některé fyziologické parametry přímo v průběhu testování. V této práci byla zvířata s voperovanou sondou konfrontována s jedinci z vlastní rodiny a s jedinci z cizích rodin. Na základě tepové frekvence se nepodařilo zjistit odlišné reakce zvířat při setkání se známými a neznámými jedinci, ačkoli byly pozorovány behaviorální odlišnosti (agrese vůči cizím jedincům). Při nepřímé konfrontaci s neznámými jedinci byly v případě testovaných samic zjištěny vyšší reakce vůči submisivním samcům a dominantním samicím a v případě testovaných samců vůči submisivní samici a dominantním samcům.

Tato práce přináší i několik návrhů metodických změn, které bylo možno odhalit právě díky použití telemetrických sond. Zaprvé, díky použití dělicí přepážky, která zabraňovala přímému boji mezi jedinci, nedosahovaly tepové frekvence takových hodnot, jaké byly pozorovány při vzájemném souboji. Přímý kontakt a boj se zdá být nezbytný pro navození stresové reakce a pro získání většího rozdílu tepových frekvencí.

Za druhé bylo v této práci zjištěno, že typ překládaného stimulu, tedy zda byl jedinec se sondou v testu konfrontován s pachem či s jiným jedincem přes dělicí přepážku, neměl signifikantní vliv na tepovou frekvenci. Tento výsledek ukazuje, že rypoši obří se orientují převážně pachem a tudíž použití pouze pachu v preferenčních testech je pro zvířata dostatečným stimulem. Díky tomuto zjištění by mohlo dojít k eliminaci manipulace s dalšími zvířaty. Třetím zjištěním metodického charakteru je, že na reakce rypošů nemá vliv pořadí předkládaných stimulů, tudíž v budoucích studiích není třeba předkládané stimuly prohazovat.

7. Literatura

- Akita, M., Ishii, K., Kuwahara, M., Tsubone, H. (2001). The daily pattern of heart rate, body temperature, locomotor activity in guinea pigs. *Experimental Animals* 50 (5), 409- 415.
- Azar, T. A., Sharp, J. L., Lawson, D. M. (2012). Effects of cage enrichment on heart rate, blood pressure, and activity of female sprague–dawley and spontaneously hypertensive rats at rest and after acute challenges. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 51 (3), 339-344.
- Back, S. R., Beeler, L., Schaefer, R. L., Solomon, N. G. (2002). Testing Functional Hypotheses for the Behavior of Resident Pine Voles, *Microtus pinetorum*, Toward Non-Residents. *Ethology*, 108(11), 1023–1039.
- Bappert, M., Burda, H., & Begall, S. (2012). To mate or not to mate ? Mate preference and fidelity in monogamous Ansell's mole-rats, *Fukomys anselli*, Bathyergidae, 61(1), 71–83.
- Barndard, C. J. (1990). Kin Recognition: Problems, Prospects, and the Evolution of Discrimination Systems. *Advances in the Study of Behavior* 19: 29-81.
- Bauer, C.M., Glassman, L.W., Cyr, N.E., Romero, L.M. (2011). Effects of predictable and unpredictable food restriction on the stress response in molting and non-molting European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 160 (3), 390–399.
- Begall, S., Burda, H., Schleich, C.E. (2007). Subterranean rodents: News from underground. *Subterranean rodents: News from underground*. 1- 386.
- Bennett, N.C., Aguilar, G. H. (1995). The reproductive biology of the giant zambian mole rat, *Cryptomys mechowii* (Rodentia: Bathyergidae). *South African Journal of Zoology*. 30 (1), 1-4.
- Bennett, N.C., Jarvis J.U.M., Aguilar, G. H., McDaid E.J. (1991). Growth and development in 6 species of african mole-rat (Rodentia : Bathyergidae). *Journal of Zoology*. 225 (1), 13-26.
- Bennett, N.C., Faulkes C.G. (2000). African mole-rats: Ecology and Eusociality. *Cambridge university press* 1- 267.
- Benus, R. F. (2001). Coping in Female Mice From Lines Bidirectionally Selected for Male Aggression. *Behaviour*, 138 (8), 997–1008.
- Bester-Meredith, J. K., Marler, C. (2007). Social Experience During Development and Female Offspring Aggression in Peromyscus Mice. *Ethology*, 113(9), 889–900.
- Bonadonna, F., Sanz-Aguilar, A. (2012). Kin recognition and inbreeding avoidance in wild birds: the first evidence for individual kin-related odour recognition. *Animal Behaviour* 84 (3), 509- 513.

- Braun, M. R., Loyola, R. D., Kubota, U., Perre, P. (2008). Individual recognition and aggressive behavior in the paper wasp *Polistes lanio* (Hymenoptera : Vespidae). *Sociobiology* 51 (3), 741- 748.
- Burda, H. (1999). Syndrome of Eusociality in African Subterranean Mole-Rats (Bathyergidae, Rodentia), its Diagnosis and Aetiology. *Modern perspectives: Papers in honour of Eviatar Nevo*, 385-413.
- Burda, H., Honeycutt, R. L., Begall, S., Scharff, O. L. A. (2000). Are naked and common mole-rats eusocial and if so , why ? *Behavioral ecology and sociobiology* 47(5) 293–303.
- Clarke, F. M., Faulkes, C. G. (1999). Kin discrimination and female mate choice in the naked mole-rat *Heterocephalus glaber*. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 266(1432), 1995–2002.
- Coelho, A.M., Carey, K.D., Shade, R.E. (1991). Assessing the effects of social environment on blood pressure and heart rates of baboon. *American journal of primatology* 23 (4), 257- 267.
- Cooney, R. (2002). Colony defense in Damaraland mole-rats, *Cryptomys damarensis*. *Behavioral Ecology*, 13(2), 160–162.
- Čížková, B., Šumbera, R., Frynta, D. (2001). A new member or an intruder: how do Sinai spiny mouse (*Acomys dimidiatus*) families respond to a male newcomer? *Behaviour* 148, 889-908.
- D'Ettorre, P., Heinze, J. (2005). Individual recognition in ant queens. *Current biology*, 15(23) 2170- 2174.
- Drewe, J. (2010). Who infects whom? Social networks and tuberculosis transmission in wild meerkats. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 277(1681), 633–42.
- Earley, R. L., Lu, C.K., Lee, I.H., S. C. Wong, Hsu, Y. (2013). Winner and loser effects are modulated by hormonal states. *Frontiers in Zoology*, 10(6), 1-13.
- Faulkes, C. G., Bennett, N. C., Bruford, M. W., O'Brien, H. P., Aguilar, G. H., Jarvis, J. U. M. (1997). Ecological constraints drive social evolution in the African mole - rats. *Proceedings of the Royal Society of London* 264, 1619 - 1627.
- Frommolt, K.H., Goltsman, M.E., MacDonald, D.W. (2003). Barking foxes, *Alopex lagopus*: field experiments in individual recognition in a territorial mammal. *Animal Behaviour* 65, 509- 518 .
- Gabathuler, U., Bennett, N. C., Jarvis, J. U. M. (1996). The social structure and dominance hierarchy of the Mashona mole-rat, *Cryptomys darlingi* (Rodentia: Bathyergidae) from Zimbabwe. *Journal of Zoology*, 240, 221-231.
- Gosling, S. D. (2001). From mice to men: What can we learn about personality from animal research? *Psychological Bulletin* 127(1), 45-86.

- Harkin, A., O'Donnell, J. M., Kelly, J. P. (2002). A study of VitalView™ for behavioural and physiological monitoring in laboratory rats. *Physiology & Behavior* 77, 65– 77.
- Hepper, P. G. (1983). Sibling recognition in the rat. *Animal Behaviour* 31, 1177-1191.
- Hepper, P. G., Cleland, J. (1999). Developmental of kin recognition. *Genetica* 104, 199-205.
- Heth, G., Todrank, J., Begall, S., Wegner, R. E., Burda, H. (2004). Genetic relatedness discrimination in eusocial *Cryptomys anelli* mole-rats, Bathyergidae, Rodentia. *Folia Zoologica* 53(3): 269-278.
- Heth, G., Todrank, J., Burda, H. (2002). Individual odor similarities within colonies and across species of *Cryptomys* mole rats. *Journal of mammalogy* 83(2), 569–575.
- Inagaki, H., Kuwahara, M., Tsubone, H. (2004). Effects of psychological stress on autonomic control of heart in rats. *Experimental Animals* 53 (4), 373- 378.
- Ishii, K., Kuwahara, M., Tsubone, H., Sugano, S. (1996). The telemetric monitoring of heart rate, locomotor activity, and body temperature in mice and voles (*Microtus arvalis*) during ambient temperature changes. *Laboratory Animals* 30,7-12.
- Ishii, K., Uchino, M., Kuwahara, M., Tsubone, H., Ebukuro, S. (2002). Diurnal fluctuations of heart rate, body temperature and locomotor activity in the house musk shrew (*Suncus murinus*). *Laboratory Animals* 51 (1) 57- 62.
- Jackel, M., Trillmich, F. (2003). Olfactory individual recognition of mothers by young guinea-pigs (*Cavia porcellus*). *Ethology* 32, 77- 130.
- Jacobs, D. S., Kuiper, S. (2000). Individual recognition in the Damaraland mole-rat, *Cryptomys damarensis* (Rodentia: Bathyergidae). *Journal of Zoology*, 251(3), 411–415.
- Jarvis, J. U. M., O'Riain, M. J., Bennett, N. C., Sherman, P. W. (1994). Mammalian eusociality: a family affair. *Trends Ecol. Evol.* 9, 47-51.
- Kemppinen, N.M., Meller, A. S., Mauranen, K. O., Kohila, T. T., Nevalainen, T. O. (2009). The effect of dividing walls, a tunnel, and restricted feeding on cardiovascular responses to cage change and gavage in rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 48 (2), 157- 165.
- Kawalika, M., Burda, H. (2007). Giant mole-rats, *Fukomys mechowii*, 13 Years on the Stage. *Subterranean rodents: News from underground*. 205- 209.
- Kock, D., Ingram, C. M., Frabotta, L. J., Honeycutt, R. L., Burda, H. (2006). On the nomenclature of Bathyergidae and *Fukomys* n. gen. (Mammalia: Rodentia). *Zootaxa* 1142, 51 - 55.
- Koolhaas, J. M., Korte, S. M., De Boer, S. F., Van Der Vegt, B. J., Van Reenen, C. G., Hopster, H., De Jong, I. C. (1999). Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 23(7), 925–35.

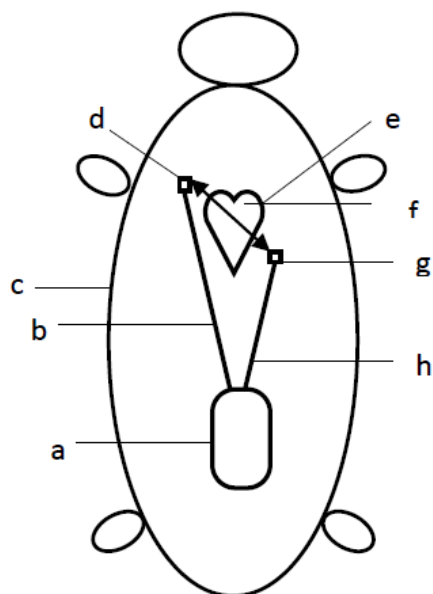
- Kramer, K., Kinter, L., Brockway, B.P., Voss, H.P., Remie, R., Van Zutphen, B.L. (2001). The use of radiotelemetry in small laboratory animals: recent advances. *Contemp Top Laboratory Animal Science*, 40, 8– 16.
- Kvetnansky, R., Pacak, K., Fukuhara, K., Viskupic, E., Hiremagalur, B., Nankova, B., Goldstein, D.S., Sabban, E.L., Kopin, I.J. (1995). Sympathoadrenal system in stress - Interaction with the hypothalamic-pituitary-adrenocortical system. *Stress: Basic mechanisms and clinical implication*, 771, 131- 158.
- Lövy, M., Šklíba, J., Burda, H., Chitaukali, W. N., Šumbera, R. (2012). Ecological characteristics in habitats of two African mole-rat species with different social systems in an area of sympatry: implications for the mole-rat social evolution. *Journal of Zoology*, 286(2), 145–153.
- Lövy, M., Šklíba, J., Šumbera, R. (2013). Spatial and temporal activity patterns of the free-living giant mole-rat (*Fukomys mechowii*), the largest social bathyergid. *PloS one*, 8(1), e55357.
- Marhold, S., Nagel, A. (1995). The energetics of the common mole rat *Cryptomys*, a subterranean eusocial rodent from Zambia. *Journal of Comparative Physiology* 164 (8), 636-645.
- McDougall, S. J., Lawrence A. J., Widdop, R. E. (2004). Differential cardiovascular responses to stressors in hypertensive and normotensive rats. *Experimental Physiology* 90 (1) 141-150.
- Moller, A. P., Milinski, M., Slater, P.J.B. (1998). Stress and Behavior. *Academic Press*, San Diego, 552 pp.
- Moolman, M., Bennett, N. C., Schoeman, a. S. (1998). The social structure and dominance hierarchy of the highveld mole-rat *Cryptomys hottentotus pretoriae* (Rodentia: Bathyergidae). *Journal of Zoology*, 246(2), 193–201.
- Nathaniel, T., Aremu, M., Olajuyigbe, F., Chima, C. (2007). Integrative focus on dynamic motor patterns and age hierarchy in the expression of aggression. *Central European Journal of Biology* 2 (3), 433–448.
- Nathaniel, T. I., Femi, O., Nathaniel, A. (2006). Comparative analysis of the mechanisms of attack and defense among higher brain animals. *Central European Journal of Biology* 1(2), 249–262.
- O'Dwyer, T. W., Nevitt, G. A. (2009). Individual Odor Recognition in Procellariiform Chicks Potential Role for the Major Histocompatibility Complex. *Annals of The New York Academy of Sciences*. 442- 446.
- O'Riain, M. J. O., Jarvis, J. U. M., Town, C. (1997). Colony member recognition and xenophobia in the naked mole-rat. *Animal Behaviour*, 487–498.

- Palanza, P., Mainardi, D., Brain, P.F., Parmigiani, S. (1996). Male and female competitive strategies of wild house mice pairs (*Mus musculus domesticus*) confronted with intruders of different sex and age in artificial territories. *Behaviour* 133 863-882.
- Palestrini, C., Previde E. P., Spiezio C., Verga M. (2005). Heart rate and behavioural responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: A pilot study. *Applied Animal Behaviour Science*, 94, 75–88.
- Renwranzt, L., Spielvogel, F. (2011). Heart rate and hemocyte number as stress indicators in disturbed hibernating vineyard snails, *Helix pomatia*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* (160), 467-473.
- Rietmann, T. R., Stauffacher, M., Bernasconi, P., Auer, J. A., Weishaupt, M. A. (2004). The association between heart rate, heart rate variability, endocrine and behavioural pain measures in horses suffering from laminitis. *Journal of veterinary medicine*, 51(5), 218-25.
- Sgoifo, A., Koolhaas, J., De Boer, S., Musso, E., Stilli, D., Buwalda, B., Meerlo, P. (1999). Social stress, autonomic neural activation, and cardiac activity in rats. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23 (7), 915- 923.
- Scharff, A., O., Kawalika, M., Burda, H. (2001). Natural history of the giant mole-rat, *Cryptomys mechowii* (Rodentia: Bathyergidae) from Zambia. 82(4), 1003–1015.
- Sichilima, A. M., Faulkes, C. G., Bennett, N. C. (2008). Field evidence for aseasonality of reproduction and colony size in the Afrotropical giant mole-rat *Fukomys mechowii* (Rodentia: Bathyergidae). *African Zoology*, 43 (2), 144-149.
- Schoepf, I., Schradin, C. (2012). Better off alone! Reproductive competition and ecological constraints determine sociality in the African striped mouse (*Rhabdomys pumilio*). *The Journal of animal ecology*, 81(3), 649–56.
- Spani, D., Arras, M., Konig, B., Rulicke, T. (2003). Higher heart rate of laboratory mice housed individually vs in pairs. *Laboratory Animals* 37, 54–62.
- Statistica 10, StatSoft ČR, s.r.o.
- Šklíba, J., Mazoch, V., Patzenhauerová, H., Hrouzková, E., Lövy, M., Kott, O., Šumbera, R. (2012). A maze-lover's dream: Burrow architecture, natural history and habitat characteristics of Ansell's mole-rat (*Fukomys anseli*). *Mammalian Biology*, 77(6), 420–427.
- Šumbera, R., Mazoch, V., Patzenhauerová, H., Lövy, M., Šklíba, J., Bryja, J., Burda, H. (2011). Burrow architecture, family composition and habitat characteristics of the largest social African mole rat: the giant mole rat constructs really giant burrow systems. *Acta Theriologica* 57 (2), 121- 130.
- Taborsky, M., Mitchell, J., Jutzeler, E., Heg, D. (2009). Dominant members of cooperatively-breeding groups adjust their behaviour in response to the sexes of their subordinates. *Behaviour*, 146(12), 1665–1686.

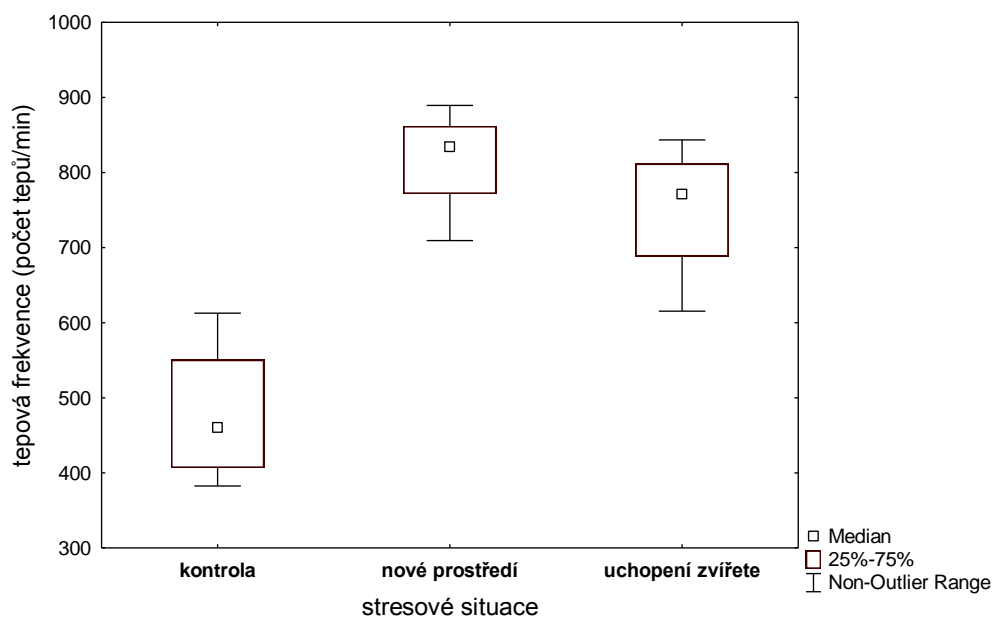
The R foundation for Statistical Computing, 2012

- Thomas, H. G., Bateman, P. W., Scantlebury, M., Bennett, N. C. (2012). Seasonal effect on digging activity and burrow architecture in the Cape dune mole-rat, *Bathyergus suillus* (Rodentia: Bathyergidae). *African Zoology* 47(2), 332- 340.
- Todrank, J., Heth, G. (2003) Odor-genes covariance and genetic relatedness assessments: Rethinking odor-based "recognition" mechanisms in rodents. *Advances of study in behavior*, 32, 77- 130.
- Townsend, S. W., Allen, C., Manser, M. B. (2012). A simple test of vocal individual recognition in wild meerkats. *Biology Letters* 8 (2), 179-182.
- Viblanc, V. A., Valette, V., Kauffmann, M, Malosse, N., Groscolas, R. (2012). Coping with social stress: heart rate responses to agonistic interactions in king penguins. *Behavioral Ecology* 23 (6), 1178-1185.
- Vidal, J., Buwalda, B., Koolhaas, J. M. (2011). Male Wistar rats are more susceptible to lasting social anxiety than Wild-type Groningen rats following social defeat stress during adolescence. *Behavioural processes*, 88(2), 76–80.
- Villavicencio, C. P., Márquez, I. N., Quispe, R., Vásquez, R. (2009). Familiarity and phenotypic similarity influence kin discrimination in the social rodent *Octodon degus*. *Animal Behaviour*, 78(2), 377–384.
- Waldman, B . (1988a). The ecology of kin recognition. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 19, 543-571.
- Waldman, B., Frumhoff, P. C., Sherman, P. W. (1988b). Problems of kin recognition. *Trends in Ecology & Evolution*, 3(1), 8–13.
- Wallace, E. D., Bennett, N. C. (1998). The colony structure and social organization of the giant Zambian mole-rat, *Cryptomys mechowii*. *Journal of Zoology*, 244(1), 51–61.
- Walsh, R.N., Cummins, R. A. (1976). The Open-Field Test: a critical review. *Psychological bulletin* 83 (3), 482-504.
- Weinandy, R., Gattermann, R. (1997). Time of day and stress response to different stressors in experimental animals .2. Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus* Milne Edwards, 1867). *Journal of experimental animal science*, 38 (3),109-122.
- Yang, J. N., Wang, Y., Garcia-Roves, P. M., Bjornholm, M., Fredholm, B. B. (2010). Adenosine A3 receptors regulate heart rate, motor activity and body temperature. *Acta Physiologica*, 199, 221–230.
- Zenuto, R. R. (2010). Dear enemy relationships in the subterranean rodent *Ctenomys talarum*: the role of memory of familiar odour. *Animal Behaviour* 79, 1247- 1255.

8. Přílohy



Obr. 3: Náčrt umístění sondy v těle zvířete: a) tělo sondy; b) elektroda v nezkrácené podobě; c) tělo zvířete; d) koncovka z vodivého materiálu nasazená na konec elektrody; e) srdce zvířete; f) pomyslná spojnice mezi dvěma konci elektrod s koncovkou, která protíná srdce zvířete; g) koncovka z vodivého materiálu nasazená na konec elektrody; h) elektroda zkrácená tak, aby pomyslná spojnice dvou elektrod protínala srdce



Obr. 4: Ilustrativní graf vlivu různých stresových podnětů. Kontrola- zvíře je testováno samo v prostředí, na které je zvyklé; nové prostředí- reprezentováno plastovou nádobou, na kterou jedinci nejsou zvyklí; uchopení zvířete- imobilizace jedince